



日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

CFE 262145A (5/5)
234929/1998
U.S. Appn. No. 09/362,698

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

1998年 8月 6日

出願番号

Application Number:

平成10年特許願第234929号

出願人

Applicant(s):

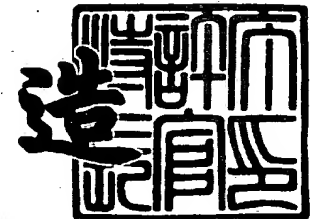
キヤノン株式会社

RECEIVED
JAN-9 2002
TC 2800 MAIL ROOM

2001年11月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3098695

【書類名】 特許願

【整理番号】 3804063

【提出日】 平成10年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

【発明の名称】 回折光学素子の製造方法及び製造装置

【請求項の数】 31

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会
社内

 【氏名】 小楠 誠

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会
社内

 【氏名】 千葉 啓子

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

 【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

 【識別番号】 100075948

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 日比谷 征彦

 【電話番号】 03-3852-3111

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013365

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

特平 1 0 - 2 3 4 9 2 9

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703876

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回折光学素子の製造方法及び製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単体では自重及び／又は保持部材の圧力及び／又は気圧によって変形する回折格子を他の部材に 1 つの接触点において接触する工程と、前記接触点から全体に接触面を拡げるこれにより両者を接合する工程とを有することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

【請求項 2】 単体では自重及び／又は保持部材の圧力及び／又は気圧によって変形する回折格子の中心位置を計測する第 1 の計測手段と、前記回折格子を所定位置に位置調整する第 1 の調整手段と、他の部材の中心位置を計測する第 2 の計測手段と、前記他の部材を所定位置に位置調整する第 2 の調整手段と、前記回折格子を前記他の部材から見て凸形状に変形する変形手段と、前記回折格子及び他の部材を接合して一体化する接合手段とを有することを特徴とする回折光学素子の製造装置。

【請求項 3】 前記第 1 の計測手段は 1 つ以上の観察系を有し、該観察系によって所定の位置を指示するマークを観察する請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 4】 前記第 2 の計測手段は、前記他の部材及び該他の部材を搭載する治具を一体的に回転して、前記他の部材表面の任意の位置のうねりを検出する検出手段を備えた請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 5】 前記他の部材は光学素子とし、前記検出手段はレーザー干渉計とした請求項 4 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 6】 前記検出手段はマイクロメータとした請求項 4 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 7】 前記第 1 の計測手段は前記回折格子の有効径外に配置する請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 8】 前記第 1 の計測手段は前記回折格子の中心に配置する請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 9】 前記マークはパターニング工程のマークを兼用する請求項 3 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 10】 前記観察系により前記回折格子の回折パターンを観察する請求項 3 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 11】 前記変形手段は周辺部のみで前記光学素子を保持する請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 12】 前記変形手段は前記回折格子を周辺部にモーメントを発生させて凸状に変形するモーメント発生手段とした請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 13】 前記モーメント発生手段は、異なる半径の 2 つのエッジで前記回折格子と接触し、前記 2 つのエッジに囲まれた領域を負圧にすることにより、前記回折格子を吸着して前記領域内を変形する請求項 12 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 14】 前記モーメント発生手段は、異なる半径の 2 つの作用点で前記回折格子と接触し、これらの接触面は互いに表裏の関係を有し、前記 2 つの作用点を押圧して前記回折格子を変形する請求項 12 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 15】 前記変形手段は、前記回折格子を周辺部において吸着する吸着手段と、中心部において制御可能な力によって前記周辺部の吸着面と同一又は低い位置から該吸着面より隆起することを可能とする駆動手段とを有し、前記周辺吸着部の円と前記駆動手段により隆起した前記中心部の点とにより前記光学素子が球面形状となる請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 16】 前記他の部材を側面を基準として位置決めする位置決め手段を有する請求項 2 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 17】 前記位置決め手段は治具への当接とした請求項 16 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 18】 前記位置決め手段は、前記他の部材及び前記他の部材を搭載する治具を一体的に回転し、前記基準とする側面位置をマイクロメータで検出して前記治具の回転中心からの偏心を除去する請求項 16 に記載の回折光学素子

の製造装置。

【請求項 19】 回折機能を有する回折格子の中心位置を計測する第 1 の計測手段と、他の部材の中心位置を計測する第 2 の計測手段と、前記回折格子と前記他の部材を対向して平行に近接配置する保持手段と、前記回折格子と前記他の部材を周辺部において接触した後に前面において平行に接触するまで連続的に駆動する可動手段とを有することを特徴とする回折光学素子の製造装置。

【請求項 20】 前記第 1 の計測手段は 1 つ以上の観察系を有し、該観察系によって所定の位置を指示するマークを観察する請求項 19 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 21】 前記第 2 の計測手段は、前記他の部材及び前記他の部材を搭載する治具を一体的に回転して、前記他の部材の表面の任意の位置のうねりを検出する検出手段を備えた請求項 19 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 22】 前記他の部材は光学素子とし、前記検出手段はレーザー干渉計とした請求項 21 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 23】 前記検出手段はマイクロメータとした請求項 21 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 24】 前記第 1 の計測手段は前記回折格子の有効径外に配置する請求項 19 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 25】 前記第 1 の計測手段は前記回折格子の中心に配置する請求項 19 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 26】 前記マークはパターンニング工程のマークを兼用する請求項 20 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 27】 前記観察系により前記回折格子の回折パターンを観察する請求項 20 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 28】 前記他の部材を側面を基準として位置決めする位置決め手段を有する請求項 19 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 29】 前記位置決め手段は治具への当接とした請求項 28 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 30】 前記位置決め手段は、前記他の部材及び前記他の部材を搭

載する治具を一体的に回転し、前記基準とする側面位置をマイクロメータで検出して前記治具の回転中心からの偏心を除去する請求項 28 に記載の回折光学素子の製造装置。

【請求項 31】 前記保持手段の一部を変形可能な弾性体とした請求項 19 に記載の回折光学素子の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体露光装置、カメラ、望遠鏡、顕微鏡等の光学系に使用する回折光学素子の製造方法及び製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から回折光学素子は、図 18 に示すようなブレード形状 B の断面を有する回折光学素子 1 が理想的とされ、設計波長に対する回折光率は 100% にすることが可能とされている。しかし、現実には完全なブレード形状 B を加工することは困難であるために、通常はブレード形状 B を量子化して近似し、図 19 に示すような階段形状 S の断面を有するバイナリオプティクスと呼ばれる回折光学素子 2 が利用されている。この回折光学素子 2 は回折光学素子 1 を近似したものであり、一次回折光の回折効率を図 19 の 4 レベルのバイナリオプティクスで 80% 以上を確保することができる。

【0003】

ここで、近似の度合いを高めたり、回折光学素子 2 に大きなパワーを持たせるためには、回折光学素子 2 の周期構造のピッチを可能な限り小さくする必要がある、このような高性能な回折光学素子 2 を得るために、半導体製造で培われたリソグラフィ技術が用いられている。

【0004】

現状使用されているリソグラフィ工程用の装置は、厚さが 1 mm 未満のウエハを扱うことを前提として設計されているために、リソグラフィ工程により作成される回折光学素子 3 は、図 20 に示すように薄い円板形状に形成されている。

【0005】

図21は従来の露光装置の構成図を示し、上方から光源4、レチクルRを保持する保持台5、レンズ6や回折光学素子3を含む投影光学系7が配置されており、投影光学系7の下方にウエハWを載置するウエハステージ8が配置されている。

【0006】

ウエハステージ8によってウエハWを所望の位置に位置決めし、図示しないフォーカス検出手段によりウエハ高さをフォーカス位置に調整する。図示しないシャッタを開き、光源4からの照明光によってレチクルRを照明し、レチクルR上の回路パターンを投影光学系7によりウエハW上に投影する。また、レンズ6はウエハWの熱歪み等による伸縮に対応するために、微小に上下動可能とされており、これによって投影光学系7の倍率補正や収差補正が行われる。

【0007】

半導体露光装置の投影レンズ系は要求精度が厳しいために、重力を考慮すると鉛直方向に光軸を設定するのが一般的である。即ち、回折光学素子3はレンズとして投影光学系7中に横置き状態で配置されている。ここで、回折光学素子3は直径に対して非常に薄いので、ウエハ形状のままでは自重によっても変形し、収差の発生原因となる。また、保持や表裏面での圧力差による外力によっても変形する虞れがあり、所望の光学性能を得るためには、このような変形を抑えることが望ましく、従って回折光学素子3には十分な強度が要求される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上述の従来例において、回折光学素子3をリソグラフィ工程を介して作製する際の半導体製造装置は、Siウエハの規格の範囲内で最も精度が保たれるように設計されている。即ち、Siウエハは形状として外径が150mm（6インチ）、200mm（8インチ）、300mm（12インチ）などに定められており、そのサイズ毎に厚さ範囲も決まっている。その厚さは1mm以下とされ、通常の光学素子に比べて非常に薄い基板となる。この半導体製造装置をSiウエハの規格の範囲外で使用するよう改造すると、基板の精度を保持するこ

とが困難になる。

【0009】

更に、リソグラフィ工程にはレジストパターン形成とエッチング工程などが含まれ、レジストパターン形成では有機物であるレジストを塗布し、加工すべき面形状が形成されているレチクルを介して、光を用いて露光、ベーク、現像工程を行い、所望の面形状を有するレジストパターンを形成する。このときのレジストの塗布には、高速で基板を回転させてレジストを均一な膜厚に塗布するスピナーと呼ばれる装置が使用されるので、基板の重量が重くなることにより、回転の負荷が大きくなって制御が難しくなる。

【0010】

また、ベーク工程には温度制御性の高いホットプレートが使用されて、秒単位の管理が行われているが、石英のように熱伝導率の悪い材料でかつ厚い基板で温度制御を行うことは非常に難しい。また、エッチング工程では、レジストパターンをマスクとして薬品を用いてエッチングを行ったり、プラズマなどを用いるドライエッチング装置を用いて加工するが、主として使用される精度の高いドライエッチング方式では、基板の冷却等が必要となり、レジストのベークと同様に熱伝導率の悪い材料でかつ厚い基板での温度制御は困難である。

【0011】

このような薄板基板を使用して作製された回折光学素子3を横置きに投影光学系7に搭載する場合には、従来の保持方法で鏡筒に保持すると、レンズの自重変形や、鏡筒の加工精度による接触部位の不均一、固定時に加わる力等による取付時の歪み、気圧や温度変動による変形により、回折光学素子3に面変形が発生して、設計時の性能が発揮できずに像性能が劣化する。また、基板は外径が150mm(6インチ)、200mm(8インチ)、300mm(12インチ)のように定まった値のものしかないので、光学系に使用する場合には、作製した後に回折光学素子3の外径寸法を修正するための加工を行う必要が生ずる。この外径加工においては、基板の周辺部のガラスを削るために、微細なパターンを作製した回折光学素子3に削り屑が付着し、またパターン間に入り込んだ塵埃が洗浄によっても完全には除去できず、光学性能を劣化させる原因となる。

【0012】

本発明の目的は、上述の問題点を解消し、自重及び／又は保持部材の圧力及び／又は気圧により変形しない剛性を有する回折光学素子の製造方法及び製造装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係る回折光学素子の製造方法は、単体では自重及び／又は保持部材の圧力及び／又は気圧によって変形する回折格子を他の部材に1つの接触点において接触する工程と、前記接触点から全体に接触面を拡げるこれにより両者を接合する工程とを有することを特徴とする。

【0014】

また、本発明に係る回折光学素子の製造装置は、単体では自重及び／又は保持部材の圧力及び／又は気圧によって変形する回折格子の中心位置を計測する第1の計測手段と、前記回折格子を所定位置に位置調整する第1の調整手段と、他の部材の中心位置を計測する第2の計測手段と、前記他の部材を所定位置に位置調整する第2の調整手段と、前記回折格子を前記他の部材から見て凸形状に変形する変形手段と、前記回折格子及び他の部材を接合して一体化する接合手段とを有することを特徴とする。

【0015】

本発明に係る回折光学素子の製造装置は、回折機能を有する回折格子の中心位置を計測する第1の計測手段と、他の部材の中心位置を計測する第2の計測手段と、前記回折格子と前記他の部材を対向して平行に近接配置する保持手段と、前記回折格子と前記他の部材を周辺部において接触した後に前面において平行に接触するまで連続的に駆動する可動手段とを有することを特徴とする。

【0016】

本発明に係る製造装置の好適な実施例は、第1の計測手段により回折格子の所定測定に設けたマークを観察する。

【0017】

また、本発明の好適な実施例は、第2の計測手段により他の部材表面の任意の

位置のうねりを検出する。

【0018】

更に、本発明の好適な実施例は、変形手段により回折格子を周辺部にモーメントを発生して凸状に変形する。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明を図1～図17に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

図1、図2は第1の実施例の断面図を示し、エアベアリングを使用して回転軸10がぶれずに回転可能な治具11上には、回折光学素子チャック12が搭載され、治具11の側面には略円筒上のレンズホルダ13が外接されている。チャック12の表面には半径が異なる大小2つの円環状の突起14、15が上方に向けて突設されており、突起14、15の間には、石英基板上に回折格子が形成された回折光学素子16を吸着するための排気口17が設けられている。また、突起14、15は共に回折光学素子16の最外周パターンよりも小さな直径を有し、直径が小さい方の突起15は大きい方の突起14よりも高さが50 μ m高く形成されている。

【0020】

チャック12及びレンズホルダ13の上方には、回折光学素子16の中心を特定するための観察系が回転軸10に対し偏心して設けられており、本実施例では、観察系として位置合わせ用マークを読み取るマークスコープ18が配置されている。更に、レンズホルダ13にセットする屈折レンズ19の位置合わせのために、屈折レンズ19の表裏2面までの距離を測定可能なレーザー測長機20とミラー21が配置されている。

【0021】

図3は工程のフローチャート図を示し、回折光学素子16をチャック12に載せ、排気口17から空気を排出して吸着により固定する。このとき、2つの突起14、15の間が負圧となるために、回折光学素子16は負圧となる部分がチャック12側に落ち込むように変形する。その結果、回折光学素子16の外周部にモーメントが発生し、突起15との接点を支点として回折光学素子16の中央部

が極く僅かに隆起する。

【0022】

次に、回折光学素子 16 の位置調整のために、所定角度だけ治具 11 を回転して回折光学素子 16 の向きを変え、回折光学素子 16 上の図 4 に示すようなマーク M をマークスコープ 18 で計測して、回折光学素子 16 の中心と治具 11 の回転軸 10 の中心を一致させる作業を行う。

【0023】

まず、回折光学素子 16 を角度 90 度毎に回転して、直交する方向のマーク M の偏心量を算出する。マーク M は回折光学素子 16 の中心から等距離に形成されているので、マークスコープ 18 の位置を固定して計測した両マーク M の位置差の半分が偏心量となる。治具 11 に対してチャック 12 を相対的に移動することにより、回折光学素子 16 と治具 11 の回転軸 10 との偏心を除去する。

【0024】

ここでは、回折光学素子 16 の中心を特定するために専用のマーク M を使用しているが、このマーク M は本実施例のように回折光学素子 16 の中心を計測する目的のために用意したものでよいし、回折光学素子 16 を加工する際に使用したパターンニング用のマークを兼用してもよい。更に、回折光学素子 16 の外周付近のパターン、例えば図 5 に円で示した領域 A をマーク M の代りに計測してもよい。また、マーク M は回折光学素子 16 の有効径外にあってもよく、有効径内例えば中心に形成してもよい。

【0025】

回折光学素子 16 の中心を特定するための観察系は、予めその位置を校正して複数設けておき、同時又は一部が重なるタイミングで使用して、観察工程の時間を短縮するようにしてもよい。また、予め治具 11 の回転軸 10 との位置校正を行った 1 つの観察系を、治具 11 の回転軸 10 の中心に配置して測定を行ってもよい。

【0026】

回折光学素子 16 を位置合わせした後に、石英の屈折レンズ 19 をレンズホルダ 13 に載せて位置合わせ及び接着作業を行う。まず、屈折レンズ 19 を所望の

位置に位置合わせする。屈折レンズ 19 の偏心測定は初めに光軸に対し偏心する異なる 2 点で、レーザー測長機 20 により表裏 2 面までの距離を測定する。測定する 2 点については、治具 11 の回転軸 10 との相対的な位置合わせを作業前に行っているため、屈折レンズ 19 の光軸中心と治具 11 の回転軸 10 との偏心及び傾きは、屈折レンズ 19 の表面までの距離の差として現れる。治具 11 を回転すると、屈折レンズ 19 の回転に同期した振幅信号となるので、表裏 2 面について偏心を除去すれば、屈折レンズ 19 の光軸と治具 11 の回転軸 10 を一致させることができる。

【0027】

使用する光学素子の接着する面の平滑度又は粗さは、空間周波数において 1×10^4 本/mm 程度の範囲では平方二乗平均で $0.8 \sim 0.9$ nm、 $2 \sim 3$ 本/mm の範囲では平方二乗平均で $0.2 \sim 0.3$ nm である。

【0028】

回折光学素子 16、屈折レンズ 19 の偏心を除去した後に、レンズホルダ 13 を降下してこれらを接触させる。このとき、最初に接触する中心位置から水素結合による接着現象が起こり、接着部の境界には隙間による干渉縞が観察される。中心が接触した後に、回折光学素子 16 を吸着している負圧を排気口 17 を介して徐々に大気圧に戻すことにより、回折光学素子 16 が解放されて変形が除去される。変形が無くなるに従って、水素結合の部位が徐々に周辺へ拡がり、最終的には回折光学素子 16 の全面に渡って屈折レンズ 19 と接着される。

【0029】

回折光学素子 16 の接着面はパーティクルなどの汚染が無い状態でなければならない。汚染があるとボイドと呼ぶ接着不良の原因となるために、洗浄を行う必要がある。また、水素結合に関係する石英の表面の吸着水分量は、洗浄方法によらず保管時の環境に注意すればよく、通常では約 10^{13} 分子/cm² なのでレベル的に問題はない。

【0030】

このように、回折光学素子 16 は治具 11 に対して周辺部だけで接触するので、回折面でない裏面で接着する場合、即ち微細加工が施された面をチャック 12

側にする場合でも、微細加工された回折面とチャック 12 が接触することはなく、良好な接着を実施することができる。

【0031】

このように接着されたレンズを使用する場合には、水素結合の状態で使用してもよいし、加熱処理をして結合力を強めてもよい。SOI (Silicon on Insulator) 技術として報告されている中に貼合わせ SOI 技術があり、一般的には水素結合の状態から加熱処理すると結合状態が共有結合に変化する。完全に共有結合に移行するまでの間は、水素結合と共有結合が共存する状態と考えられ、加熱処理温度の上昇に伴って接着強度も増加する。なお、一般的な SiO_2 を主成分とする光学ガラスでも、同様の手法により良好な接着を実施することができる。

【0032】

図 6 は第 2 の実施例の断面図を示し、回折光学素子チャック 22 は治具 23 に piezo 素子 24 を介して固定されており、チャック 22 には円環状の突起 25 が上方に向けて設けられ、治具 23 の上端には押さえ用部材 26 が取り外し自在に設けられている。

【0033】

回折光学素子 16 はチャック 22 に固定される場合に、先ず他の面よりも一段高い円環状の突起 25 に接触する。その後、押さえ用部材 26 を回折光学素子 16 の上から図示しない固定用ねじにより治具 23 に固定する。そして、piezo 素子 24 に電圧を印加してチャック 22 を治具 23 に対して相対的に押し上げる。本実施例では回折光学素子 16 を変形するために、チャック 22 と治具 23 が相対的に移動し、円環状の突起 25 と押さえ用部材 26 により接触する回折光学素子 16 の円周部に、モーメントを発生させて図示を省略した屈折レンズなどと良好な接着を実現している。

【0034】

更に、チャック 22 と治具 23 を一体化して piezo 素子 24 を省略し、押さえ用部材 26 の固定用ねじの締め込みだけで、回折光学素子 16 に変形を発生させることも可能である。ただし、piezo 素子 24 を使用して変形した方がより作業が安定し、均一な変形を与えること及び作業者の技量によらないことなどの点で

好適である。

【0035】

また、本実施例は回折光学素子 16 と治具 23 が回折光学素子 16 の周辺部だけで接触するので、回折面でない裏面で接着する場合、即ち微細加工が施された面をチャック 22 側にする場合にも、微細加工した回折面にチャック 22 が接触することなく、良好な接着を実施することができる。

【0036】

図 7 は第 3 の実施例の断面図を示し、治具 27 上の略中央部にピエゾ素子 28 を介してピン 29 が立設されており、治具 27 の側部上面には吸着溝 30 が円環状に設けられ、吸着溝 30 には排気口 31 が連結している。

【0037】

治具 27 に載置された回折光学素子 16 は、排気口 31 による排気により負圧とされた吸着溝 30 に吸着される。位置調整を実施した後に、図示しない接触面が図示しない屈折レンズの平面と接触する工程では、ピエゾ素子 28 に電圧を印加してピン 29 を吸着溝 30 のレベルよりも上方に突出させると、吸着溝 30 とピン 29 の相対的なレベル差によって、回折光学素子 16 は中央部が凸状態に変形し、中央部から屈折レンズに接触する。

【0038】

本実施例では、回折光学素子 16 と治具 27 が回折光学素子 16 の周辺部だけで接触するので、回折面でない裏面で接着する場合、即ち微細加工が施された面を治具 27 側にする場合でも、微細加工した回折面と接触する面積はピン 29 の部分に限定され、良好な接着を実現することができる。

【0039】

図 8 は第 4 の実施例の断面図を示し、回折光学素子 16 は屈折レンズではなく平行平板 32 と接合する。第 1 の実施例の治具 11 の側面に、平行平板 32 を位置決めするための 3 点の当接部 33 を有する平行平板ホルダ 34 が外接されている。そして、石英ウエハから成る回折光学素子 16 には、位置測定用マークが形成されている。

【0040】

回折光学素子 16 をチャック 12 上に載置し、マークスコープ 18 により回折光学素子 16 の中心とチャック 12 の中心が一致するように調整する。回折光学素子 16 は負圧により突起 14、15 間でチャック 12 に吸着され、突起 14、15 のために回折光学素子 16 は中央部が凸状に極く僅かに変形する。なお、回折光学素子 16 の中心出しは、回折光学素子 16 のパターンそのものを使用して行ってもよい。測定後に、マークスコープ 18 は接合装置から接合に邪魔にならない場所に移動する。

【0041】

平行平板ホルダ 34 の 3 点の当接部 33 に平行平板 32 を載せると、チャック 12 の中心と平行平板 32 の中心が一致する。回折光学素子 16 と平行平板 32 の中心を位置合せした後に、平行平板 32 は先ず回折光学素子 16 の中心に接触する。突起 14、15 間の負圧を徐々に大気に戻すことにより回折光学素子 16 の変形が開放され、回折光学素子 16 と平行平板 32 は徐々に接触し直接接合される。当接部 33 を有する平行平板ホルダ 34 を採用することにより、形状から中心位置を計測することが困難な平行平板 32 と良好な接着を実施することができる。

【0042】

図 9、図 10 は第 5 の実施例の断面図を示し、回転軸 40 を中心に回転可能な治具 41 上には周囲に円筒部を有するホルダ 42 が載置されており、治具 41 の側面には治具 43 が取り外し自在に外接されている。治具 43 の上面には円環状平板 44 が移動自在に取り付けられ、円環状平板 44 には円環状の吸着溝 45 が下向きに形成されている。ホルダ 42 には例えば平凸レンズ 46 が支持されており、円環状平板 44 の吸着溝 45 に回折光学素子 16 が吸着保持されるようになっている。回折光学素子 16 及び平凸レンズ 46 の上方の周辺位置には、マークスコープ 47 及びマイクロメータ 48 が配置され、略中央位置には加圧ピン 49 がバー 50 によって支持されている。

【0043】

図 9 においては、治具 41 上のホルダ 42 に平凸レンズ 46 が凸部を下に向けて載置され、平凸レンズ 46 の上側の平面にはマイクロメータ 48 の触針が接触

している。治具 41 の回転軸 40 に対して平凸レンズ 46 の光軸が偏心している場合には、マイクロメータ 48 が示す値は治具 41 全体を回転軸 40 を中心に回転させたときに変動する。従って、マイクロメータ 48 の指示値が治具 41 全体を回転しても安定するように、平凸レンズ 46 の位置を修正することにより、回転軸 40 と平凸レンズ 46 の光軸を一致させることができる。

【0044】

次に、図 10 に示すように回折光学素子 16 を吸着溝 46 により吸着したホルダ 43 を治具 41 に装着して、回折光学素子 16 を平凸レンズ 46 の平面側に対向させる。また、回折光学素子 16 は平凸レンズ 46 の平面と数 $1.0\ \mu\text{m}$ 程度の距離に制御され、この状態で特定の角度だけ治具 41 全体を回転して回折光学素子 16 の向きを変更し、回折光学素子 16 上のマークをマークスコープ 47 により計測する。そして、第 1 の実施例と同様に、回折光学素子 16 を 90 度の角度毎に回転して、直交する方向の偏心量を算出する。マークが回折光学素子 16 の中心から等距離に形成されていれば、固定された観察系によって観察される両者の位置差の半分が偏心量となる。治具 41 に対して円環状平板 44 を相対的に移動することによって、回折光学素子 16 と治具 41 の回転軸 40 との偏心を除去する。

【0045】

その後、回折光学素子 16 の中央付近を加圧ピン 49 により上方に押圧し、最初にこの中央部を平凸レンズ 46 に対して接触させる。続いて、円環状平板 44 の吸着溝 45 に吸着された回折光学素子 16 を徐々に解放して接着面全体を接触することによって、良好な接着を実施することができる。

【0046】

図 11 は第 6 の実施例の断面図を示し、第 1 ～ 第 5 の実施例により回折光学素子 16 と別の光学素子を一体化した後に、更に別の光学素子を一体化する。上下のフレーム 51 a、51 b は蝶番 52 により可動状態に連結されており、上下フレーム 51 a、51 b にはそれぞれ弾性体 53 a、53 b を介して治具 54 a、54 b が固定され、治具 54 a、54 b にはそれぞれ吸着溝 55 a、55 b が設けられている。

【0047】

このような構成により、図12に示すような平凸レンズ46と回折光学素子16を一体化した後に、更に別の平凸レンズ46を一体化した部材や、図13に示すような平凸レンズ46と回折光学素子16を一体化した後に、更に平凹レンズ56を一体化した部材を製造することができる。なお、同じ構成における一体化する順序は何れが先でも問題はない。

【0048】

第1～第5の実施例によって一体化した平凸レンズ46と回折光学素子16とを、吸着溝55a又は55bを負圧にすることによって治具54a又は54bに保持する。治具54a、54bへの各素子の位置合わせは、第1～第5の実施例の何れの方法でもよい。例えば、回折光学素子16が一体化されているものであれば、回折光学素子16の中心を特定するための各マーク又は素子の外周部のパターン等を使用してもよく、またレンズ46の形状を使用して位置合わせを行ってもよい。例えば、側面を計測して側面や外径を基準に作業を行ってもよく、また表裏面を使用して作業をしてもよい。

【0049】

治具54a、54bによりレンズ46を保持する際に、治具54a、54bの吸着溝55a、55bを有する吸着部の内側平面と、レンズ46の2つの表面を使って位置調整を行う。レーザー干渉計により吸着部の内側平面とレンズ46の表面の距離をそれぞれ測定する。治具54a、54bの内側平面からレンズ46の治具54a、54b側の面積との距離が等しい位置を測定点とし、この位置でレンズ46の表裏面間の距離即ちレンズ厚みが等しくなるように、レンズ46の保持位置を調整する。これによって、治具54a、54bの吸着溝55a、55bを有する円環状の支持部の中心同士が一致し、組み立てたときの光学素子同士の中心が一致する。

【0050】

更に、フレーム51a、51bを蝶番52を支点として動かして、光学素子同士を接触させる。このとき、治具54a、54bの光学素子を支持する仮想平面同士が平行になった状態で、この仮想平面間の距離を一体化したレンズ46の厚

み未満とすることにより、光学素子同士は蝶番 52 に近い部位から接触を開始する。なお、不均一な接触を開始しても、弾性体 53a、53b が変形することによって幾何学的配置の矛盾を吸収することができる。

【0051】

本実施例によれば、図 14 に示すように平凸レンズ 46 と平凹レンズ 56 の組み合わせや、図示しない平凸レンズ 46 同士又は平凹レンズ 56 同士の一体化も実施することができ、図 15 に示すような球面レンズ 57、58 同士の同じ曲率面を接触させる一体化も可能である。なお、本実施例では 3 番目に接合する部材を非平行状態から平行状態へ全面接触する手法を述べたが、同様の手法を回折光学素子 16 と他の部材の一体化に使用してもよく、この手法によれば厚板基板同士の一体化も可能である。

【0052】

図 16、図 17 は第 7 の実施例の断面図を示し、図 9、図 10 と同様の構成であり、回折光学素子 16 を平凸レンズ 46 ではなく平行平板 32 と接合する。図 16 では、治具 41 上のホルダ 42 に平行平板 32 が載置されており、平行平板 32 の側面にマイクロメータ 48 の触針が接触している。治具 41 の回転軸 40 と平行平板 32 の中心がずれている場合には、マイクロメータ 48 が示す値は治具 41 全体を回転したときに変動するので、マイクロメータ 48 の指示値が治具 41 全体を回転しても安定するように、平行平板 32 の位置を修正することによって、治具 41 の回転軸 40 と平行平板 32 の中心を一致させる。

【0053】

次に、図 17 に示すように回折光学素子 16 を平行平板 32 に対向させて、吸着溝 45 により回折光学素子 16 を保持する。また、回折光学素子 16 は平行平板 32 と数 10 μm 程度の距離に制御されており、この状態で特定の角度だけ治具 41 全体を回転して回折光学素子 16 の向きを変更し、回折光学素子 16 上のマークをマークスコープ 47 により計測する。そして、第 1 の実施例と同様に、回折光学素子 16 を 90 度の角度毎に回転し、直交する方向の偏心量を算出する。位置を固定したマークスコープ 47 により、回折光学素子 16 の中心から等距離の直交する 2 つのマークを計測すれば、両者の位置差の半分が偏心量となる。

治具 41 に対して円環状平板 44 を相対的に移動することにより、回折光学素子 16 と回転軸 40 との偏心を除去する。

【0054】

その後、回折光学素子 16 の中央付近を加圧ピン 49 により圧力を加えて、平行平板 32 に対して接触させ、吸着溝 45 から回折光学素子 16 を徐々に解放することによって、接触は徐々に接着面全体に及び、良好な接着を実施することができる。

【0055】

接着対象として、石英と蛍石などの弗化物（弗化リチウム、弗化バリウム、弗化マグネシウム、弗化ストロンチウム）を使用できる。この場合に、石英を変形して接着する場合は問題はなく、石英に近いヤング率を示す蛍石を変形する場合には、第 1～7 の実施例と同様の手法を用いて良好な水素結合による接着を実施する。

【0056】

また、蛍石などの弗化物（弗化リチウム、弗化バリウム、弗化マグネシウム、弗化ストロンチウム）同士を接着対象とすることもできる。この場合には、第 2 の実施例で行ったように、蛍石においても第 1～5 の実施例と同じ手法によって変形させることができ、更に第 1～7 の実施例と同じ手法によって良好な水素結合による接着を実施することができる。

【0057】

また、接着すべき面に超純水を 0.05 cc 程滴下し、屈折レンズと接触させることもできる。この状態では、接着すべき光学素子同士が動いてしまうので、治具に保持したまま乾燥雰囲気中に保管する。保管する雰囲気により異なるが、数時間～数 10 時間後には余分な水が除去された水素結合により、光学素子同士が動かない接着を達成することができる。なお、発明者らの実験によれば、乾燥雰囲気中に保管するだけではなく加熱処理を行えば、より一層短時間で余分な水を除去できることを確認している。

【0058】

前述の実施例において、水素結合状態になった光学素子を、窒素雰囲気中の密閉

容器に入れて加圧処理をすることによって、更に接着強度を向上することができる。

【0059】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る回折光学素子の製造方法は、単体では自重や保持や気圧により変形する回折格子と他の部材を1点において接触し、接触点から全体に接触面を拡げて接合することにより、高剛性かつ高精度の回折光学素子を効率良く安定して製造することができる。

【0060】

また、本発明に係る回折光学素子の製造装置は、単体では自重や保持や気圧により変形する回折格子と他の部材それぞれの中心位置を計測し、正確に位置調整を行って両者を接合することにより、気泡などが残存しない良好な接着を実施することができる、光利用効率の良好な高精度の素子を得ることができる。

【0061】

更に、本発明に係る回折光学素子の製造装置は、回折格子と他の部材を周辺部において接触させて平行になるまで連続的に接合することにより、両面から複数の光学素子を高精度に接着することもでき、半導体デバイスなどに使用可能な傷や塵埃等の不良がない良好な素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施例の断面図である。

【図2】

接合作業の断面図である。

【図3】

フローチャート図である。

【図4】

位置合わせのマークの説明図である。

【図5】

位置合わせのマークの説明図である。

【図 6】

第 2 の実施例の断面図である。

【図 7】

第 3 の実施例の断面図である。

【図 8】

第 4 の実施例の断面図である。

【図 9】

第 5 の実施例の断面図である。

【図 10】

接合作業の断面図である。

【図 11】

第 6 の実施例の断面図である。

【図 12】

複合光学素子の側面図である。

【図 13】

複合光学素子の側面図である。

【図 14】

複合光学素子の側面図である。

【図 15】

複合光学素子の側面図である。

【図 16】

第 6 の実施例の断面図である。

【図 17】

接合作業の断面図である。

【図 18】

従来例のフレネルレンズの断面図である。

【図 19】

バイナリオプティクス断面図である。

【図 20】

回折光学素子の斜視図である。

【図 21】

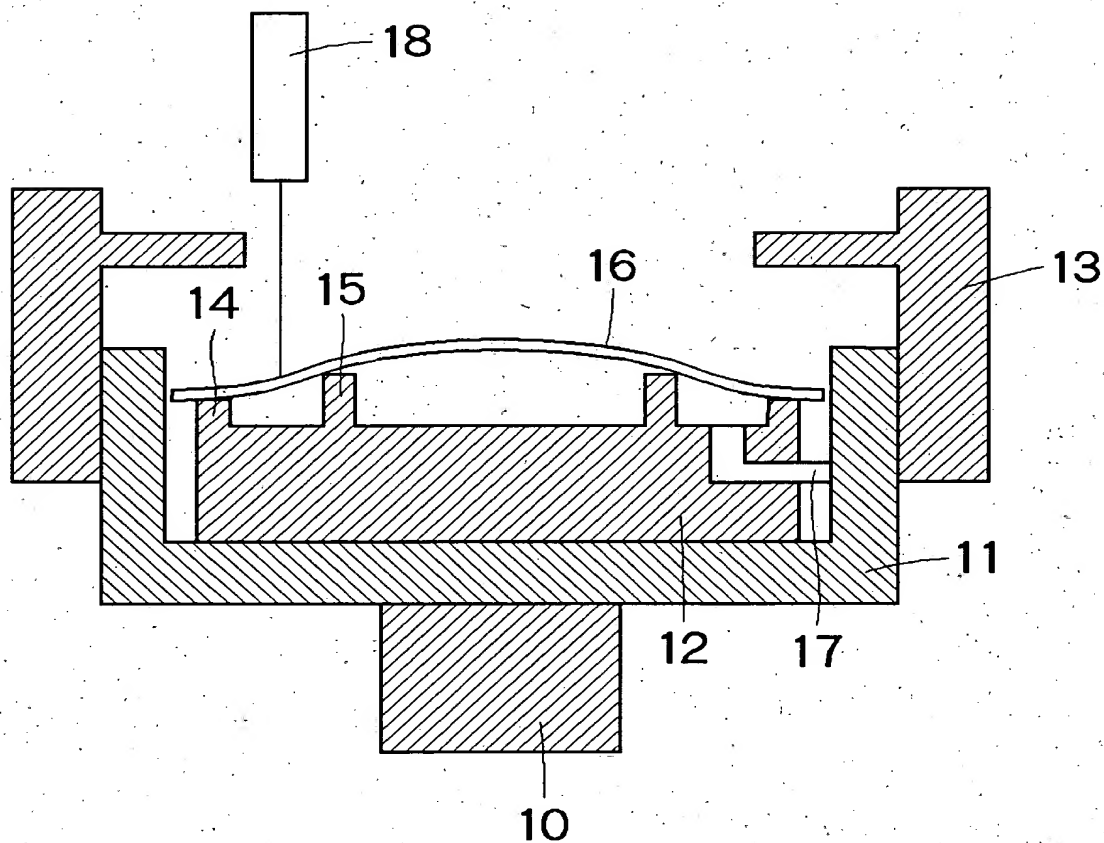
露光装置の構成図である。

【符号の説明】

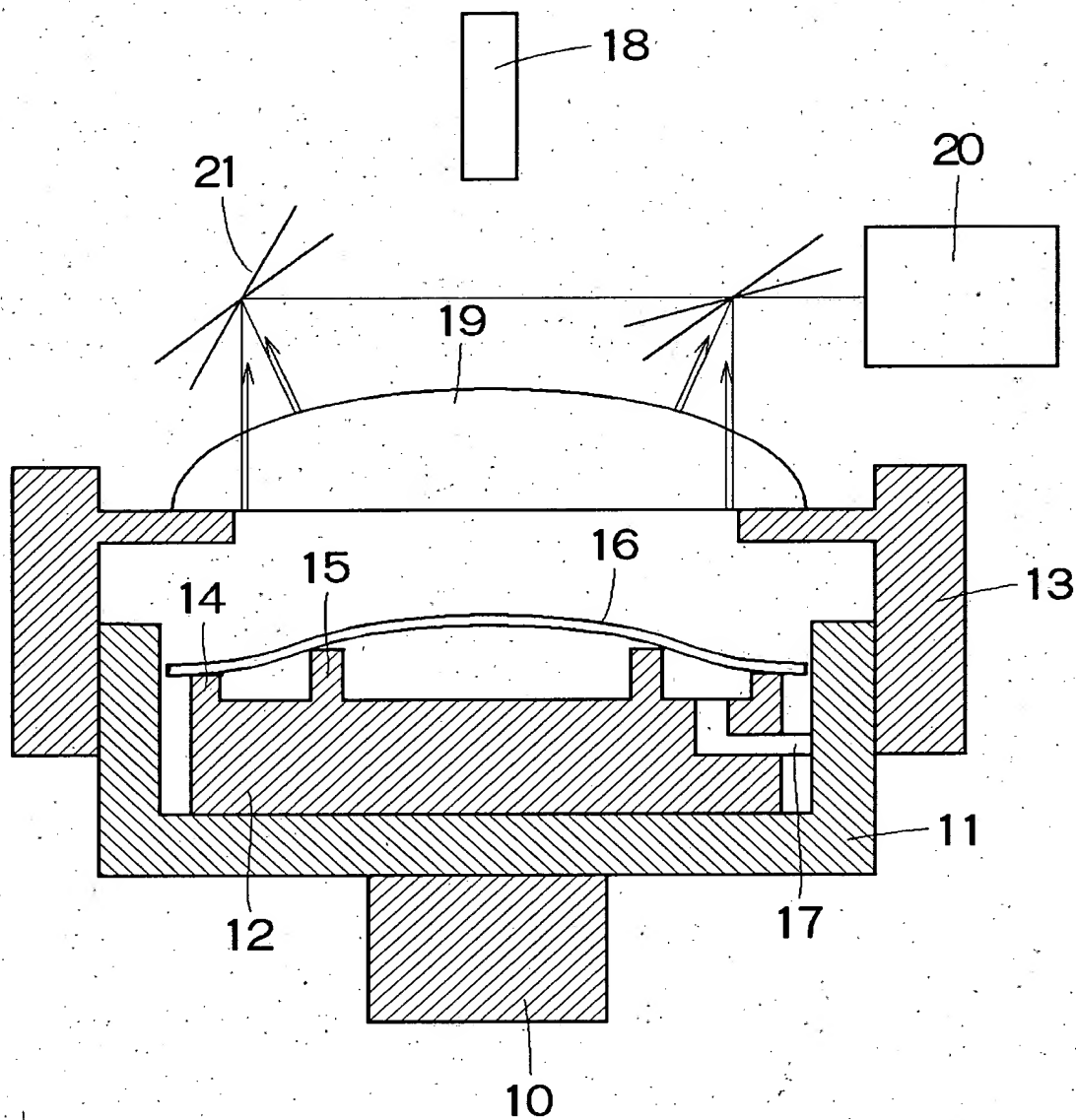
- 11、23、27、41、43、54a、54b 治具
- 12、22 回折光学素子チャック
- 13、34、42 レンズ又は平行平板ホルダ
- 14、15、25 円環状突起
- 16 回折光学素子
- 17、31 排気口
- 18、47 マークスコープ
- 19、46、56、57、58 屈折レンズ
- 20 レーザ測長機
- 24、28 ピエゾ素子
- 26 押さえ用部品
- 29、49 ピン
- 30、45、55a、55b 吸着溝
- 32 平行平板
- 33 当接部
- 34 平行平板ホルダ
- 48 マイクロメータ
- 51a、51b フレーム
- 53a、53b 弾性体

【書類名】 図面

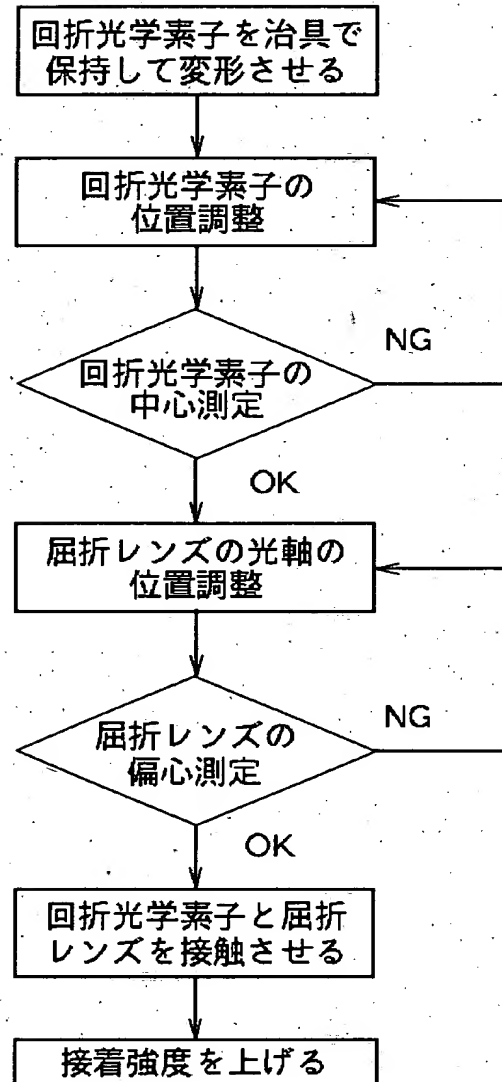
【図 1】



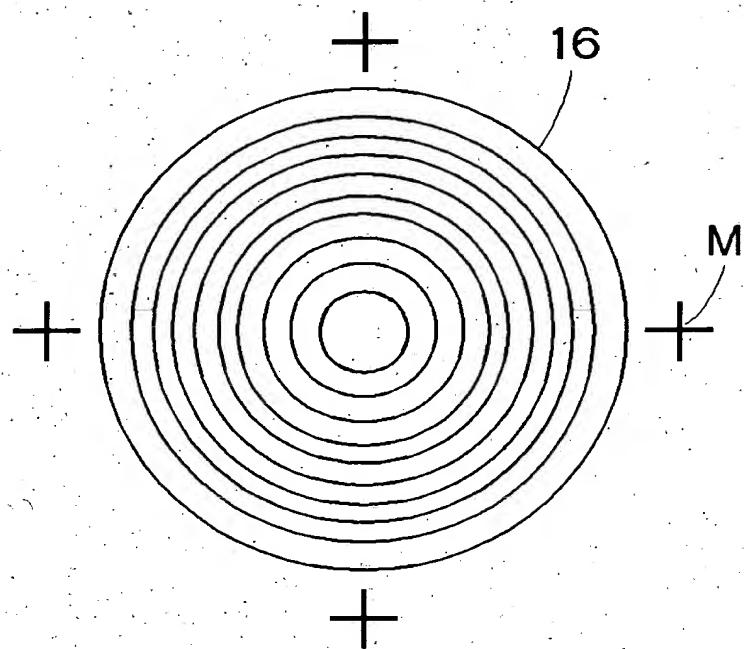
【図 2】



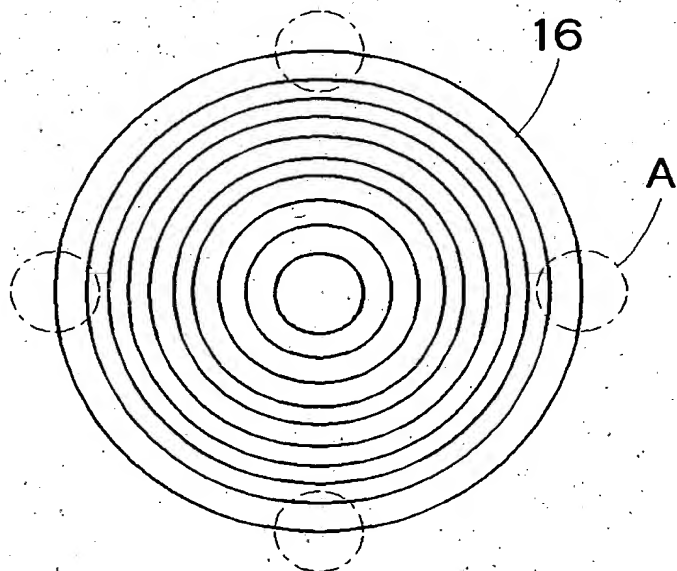
【図 3】



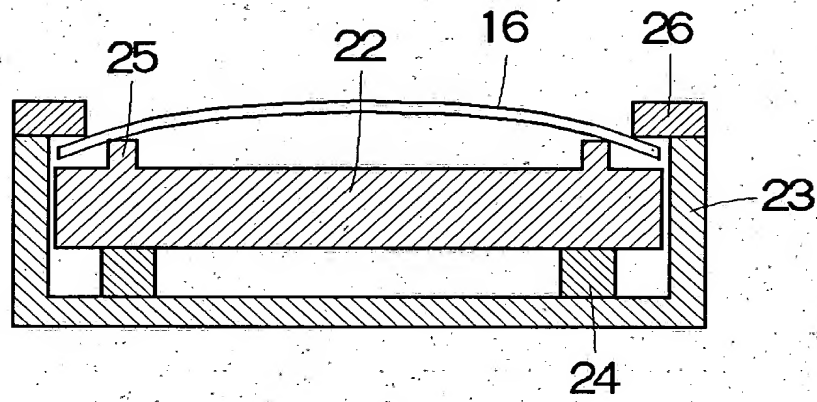
【図 4】



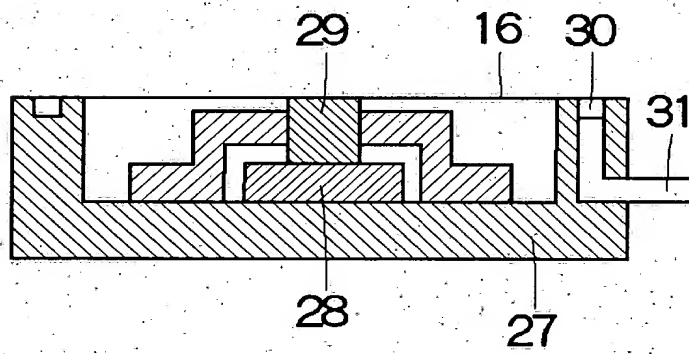
【図 5】



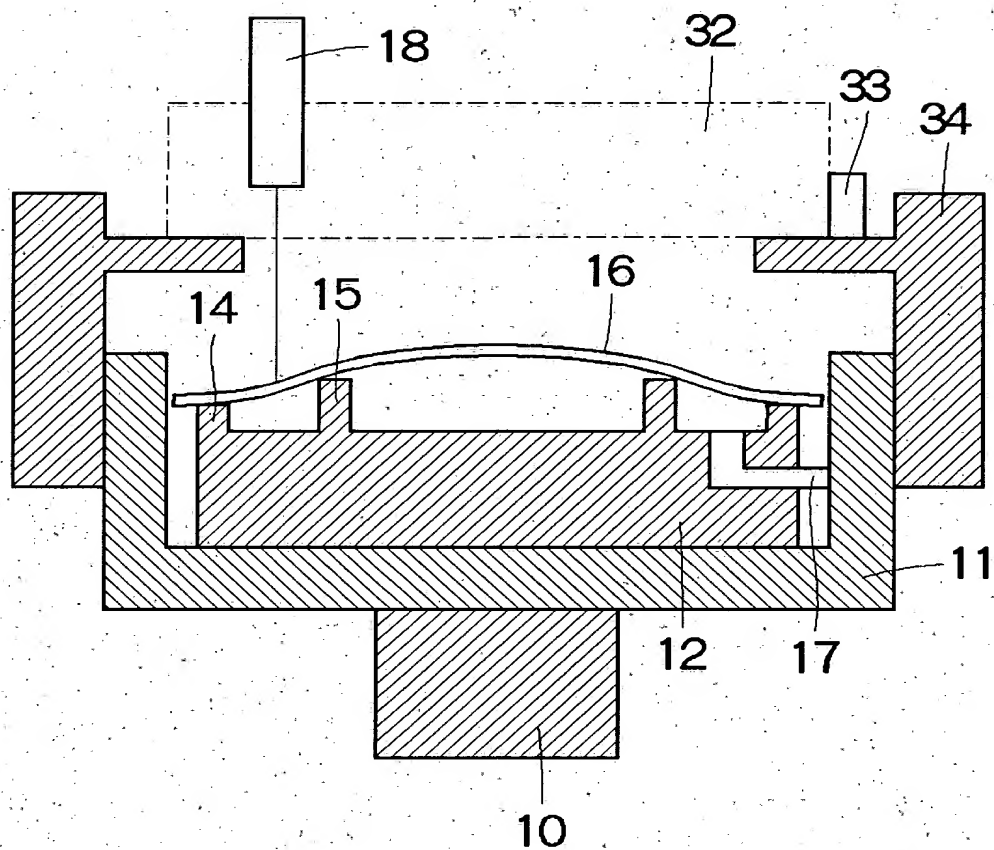
【図 6】



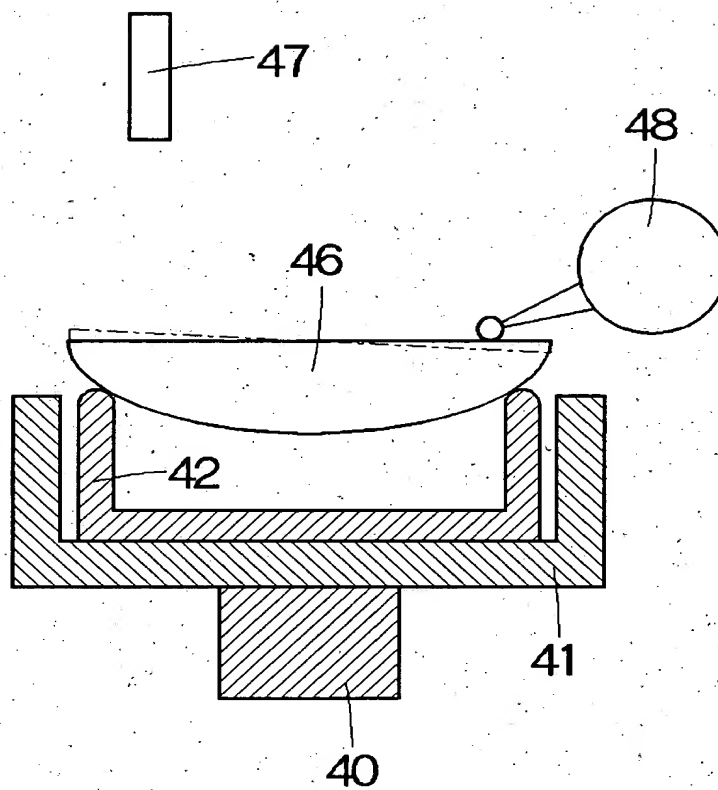
【図 7】



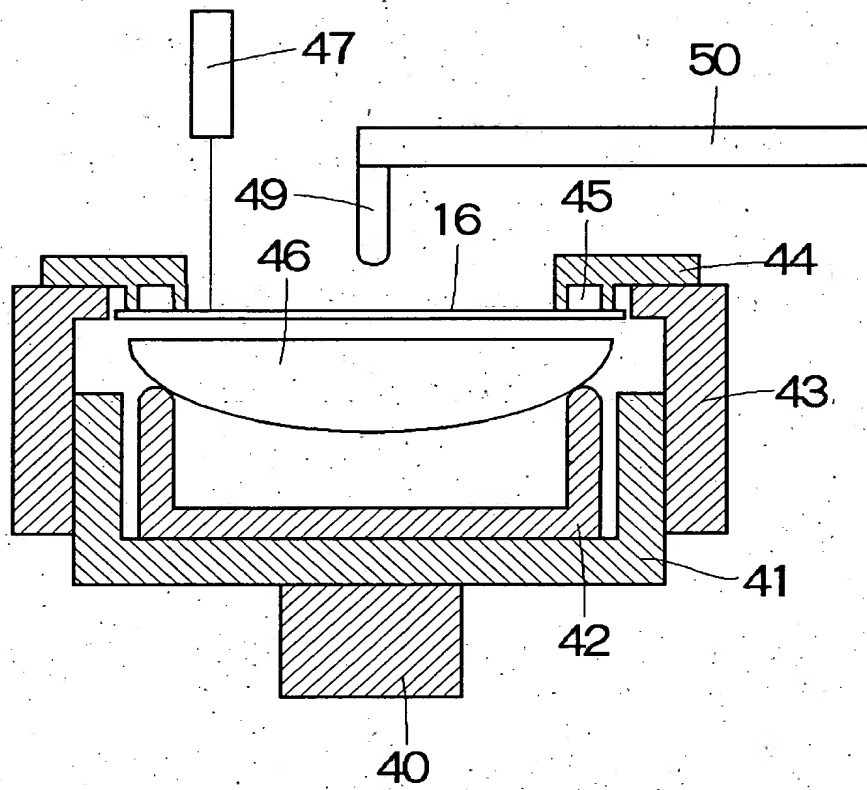
【図 8】



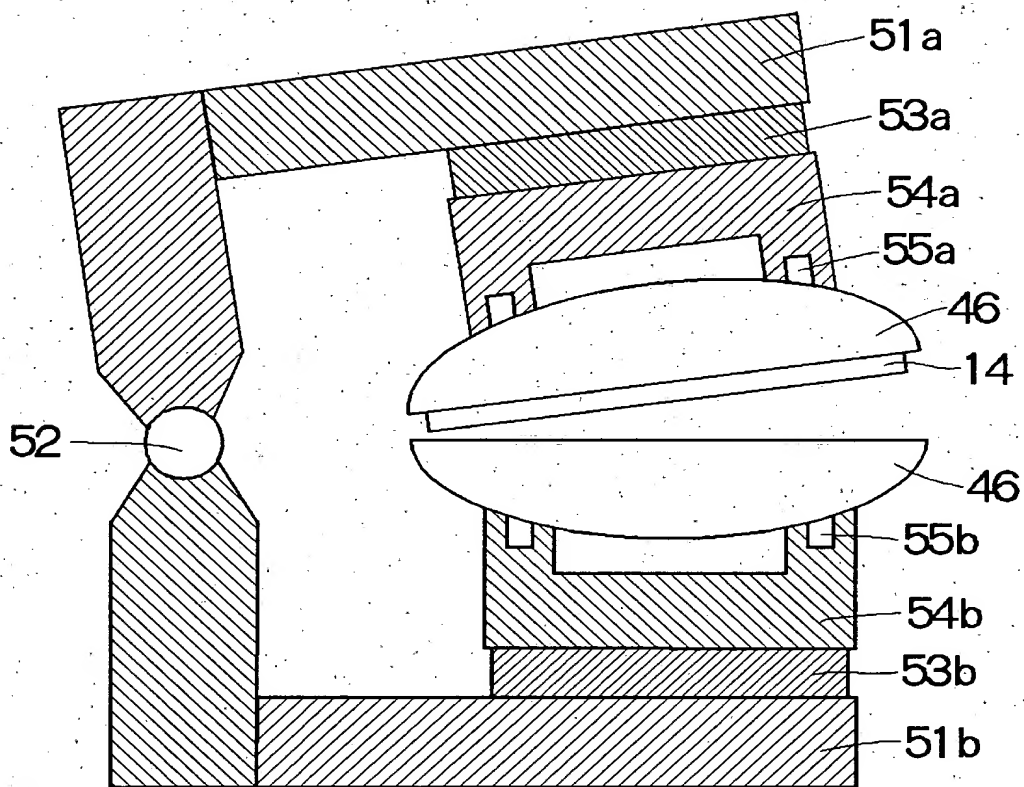
【図9】



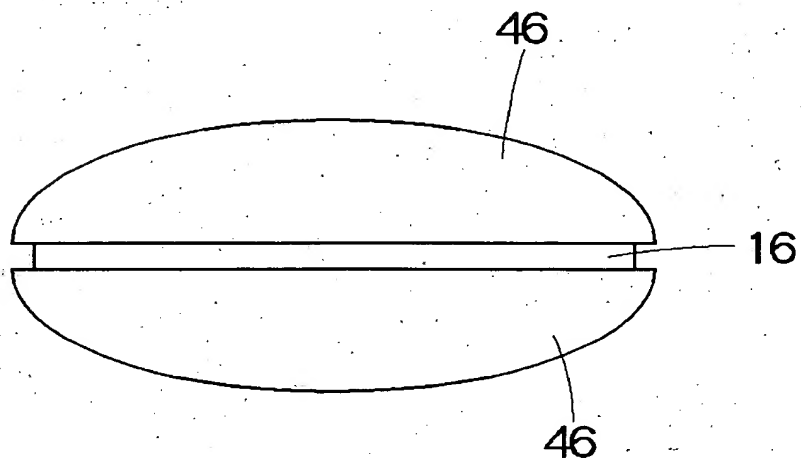
【図 10】



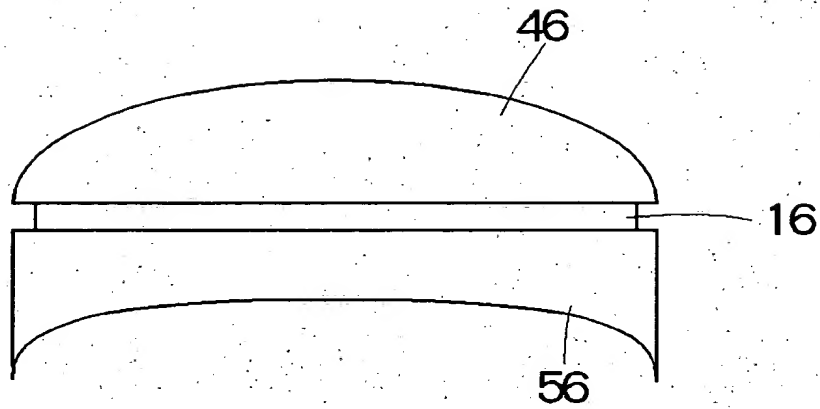
【図 1 1】



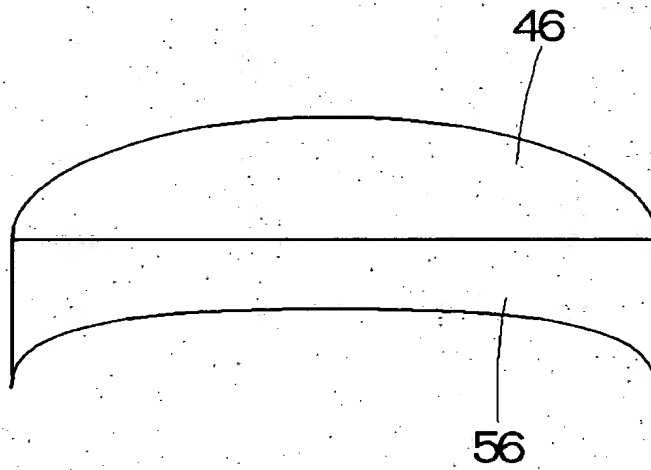
【図 1 2】



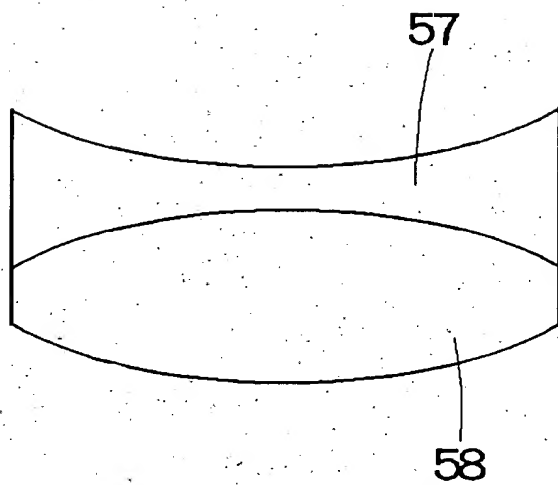
【図 13】



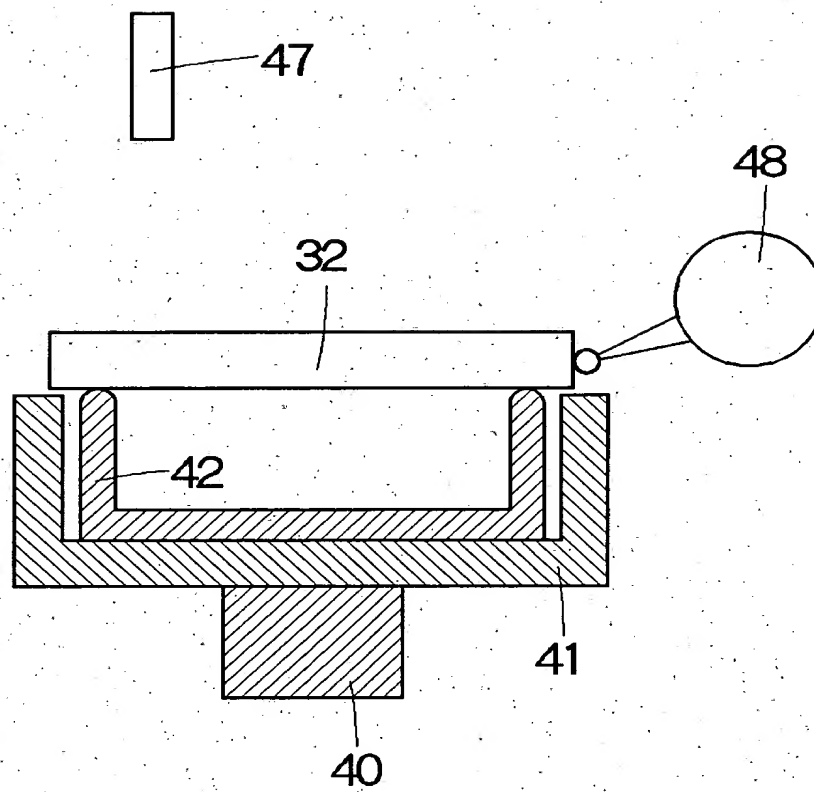
【図 14】



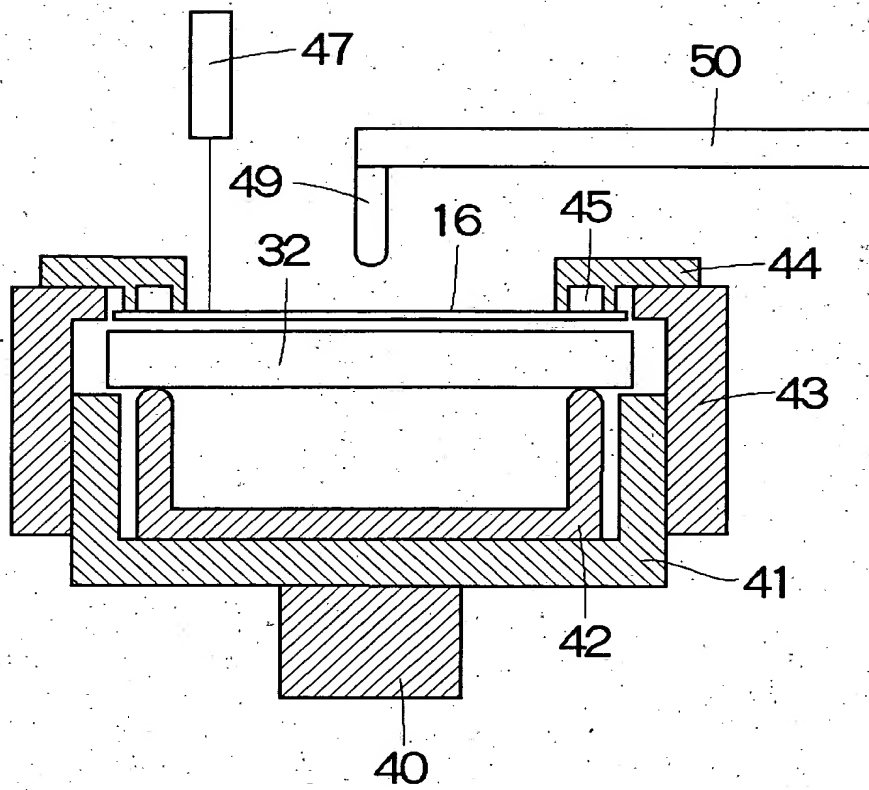
【図 1 5】



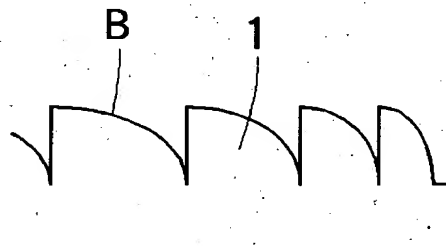
【図 16】



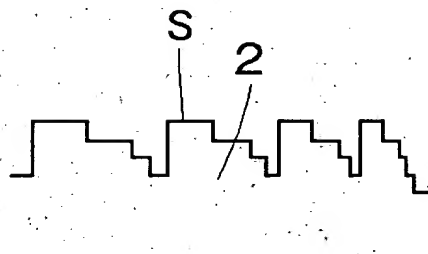
【図 17】



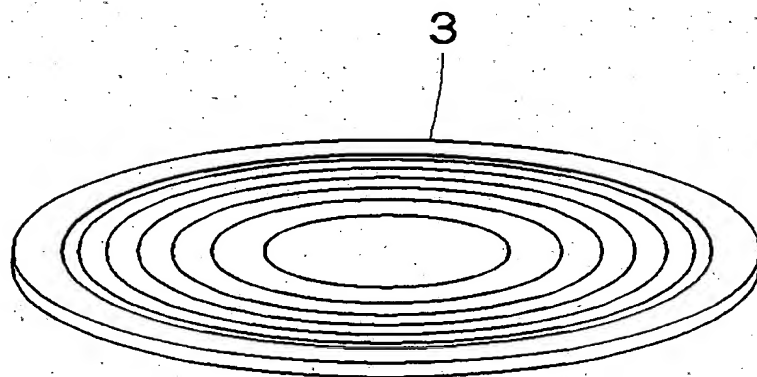
【図 18】



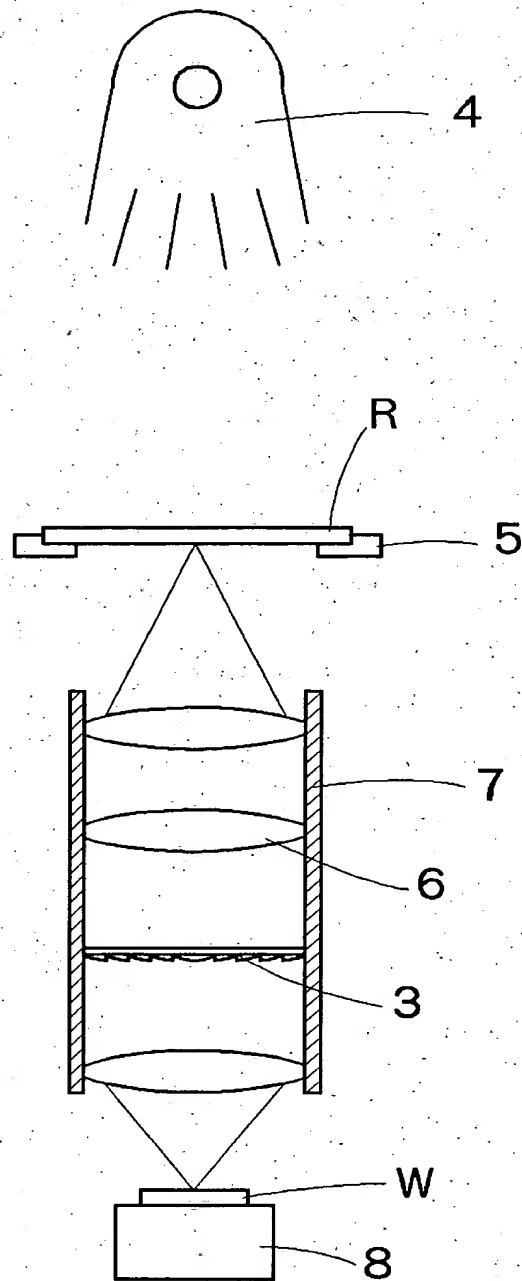
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 接合面に気泡等が残存することなく他の部材を接着して高剛性及び高精度の回折光学素子を製造する。

【解決手段】 回折光学素子をチャック 12 に載せ、排気口 17 から空気を排出して固定する。治具 11 を所定角度回転してマーク位置をマークスコープ 18 で計測し、回折光学素子 16 と治具 11 の偏心を除去して回転中心を一致させる。屈折レンズ 19 をレンズホルダ 13 に載せ、異なる 2 点においてレーザー測長機 20 により表裏 2 面までの距離を計測し、屈折レンズ 19 の光軸と治具 11 の偏心を除去して回転中心を一致させる。レンズホルダ 13 を下降して回折光学素子 16 を屈折レンズ 19 に中心位置から接触させ、吸着している排気口 17 の負圧を大気圧に戻すことにより、中心位置から徐々に周辺部へ接合部を払って両者を直接接合する。

【選択図】 図 2

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000001007

【住所又は居所】

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】

キヤノン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100075948

【住所又は居所】

東京都足立区梅島3-3-24 ステーションプラ

ザ318 日比谷特許事務所

【氏名又は名称】

日比谷 征彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社